

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-163607

(43)公開日 平成7年(1995)6月27日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup>

A 6 1 F 2/60

2/68

識別記号

庁内整理番号

9361-4C

9361-4C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-312106

(22)出願日 平成5年(1993)12月13日

(71)出願人 000151276

株式会社東京アールアンドデー  
東京都港区六本木二丁目4番5号

(72)発明者 大沼 伸人

神奈川県横浜市港北区新吉田町4415-2  
株式会社東京アールアンドデー横浜事業所  
内

(74)代理人 弁理士 山名 正彦

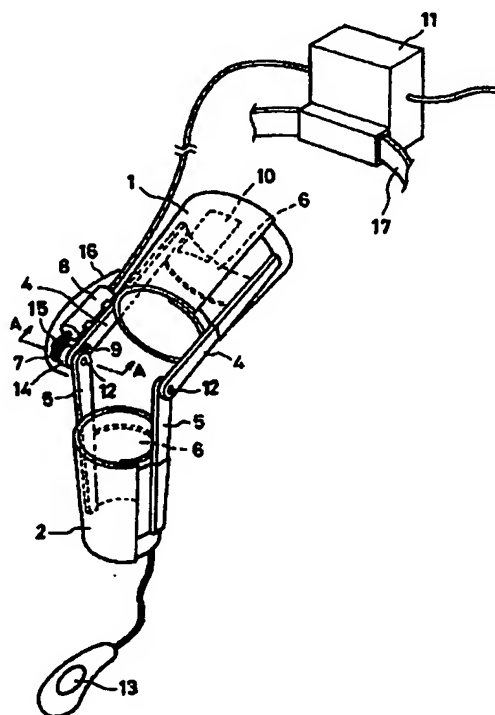
(54)【発明の名称】 階段歩行等の電動補助装置

(57)【要約】

【目的】 使用者の足に装着して、特に階段の昇り歩行の筋力補助(パワーアシスト)に使用される電動補助装置を提供する。

【構成】 使用者の大腿部に装着される大腿用装着部1と、脛部に装着される脛用装着部2と、一端部を前記大腿用装着部1及び脛用装着部2に固定され他端部は膝関節の部位で屈伸動作が可能に連結された動力伝達腕4、5と、前記動力伝達腕に屈伸動作の動力を付与する電気モータ8による駆動部と、前記電気モータ及び駆動部の電源及び制御部11とから成り、前記電源及び制御部は使用者の身体に装着されることを特徴とする。

【効果】 足の筋肉の弱い人、足に障害等がある人、高齢の人の階段昇り歩行を補助して、介添え人を無用にしたり、これらの人々の行動範囲を広げ、生活を楽しむことに寄与する。





1

### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 使用者の大腿部に装着される大腿用装着部と、脚部に装着される脚用装着部と、一端部を前記大腿用装着部及び脚用装着部に固定され他端部は膝関節の部位で屈伸動作可能に連結された動力伝達腕と、前記動力伝達腕に屈伸動作の動力を付与する電気モータによる駆動部と、前記電気モータ及び駆動部の電源及び制御部とから成り、前記電源及び制御部は使用者の身体に装着されることを特徴とする、階段歩行等の電動補助装置。

【請求項2】 請求項1記載の動力伝達腕は、使用者の足の内側面及び外側面に沿う配置とされた一对で構成され、各一对の動力伝達腕の一端部は大腿部又は脚部の横断面外形に倣う湾曲板状のブリッジ部を介して一体的に結合されていることを特徴とする、階段歩行等の電動補助装置。

【請求項3】 請求項1記載の電気モータによる駆動部は、動力伝達腕を連結した関節軸が一方の動力伝達腕と共回りする関係とされ、他方の動力伝達腕に電気モータが設置され、前記電気モータの出力軸に取付けた歯車を前記関節軸に取付けた歯車と噛み合わせると共に、前記関節軸の歯車はクラッチを介して関節軸との間で動力の伝達又は遮断が行なわれることを特徴とする、階段歩行等の電動補助装置。

【請求項4】 請求項1記載の制御部には、使用者の大腿部前側の筋肉の緊張度を検出する筋電センサの検出信号と、動力伝達腕の屈伸角度を検出する角度センサの検出信号、及び使用者の足底に作用する体重等の大きさを検出する圧力センサの検出信号とがそれぞれ入力され、前記の各検出信号の総和に基いて階段昇り歩行の可否を判別し、その出力値に応じた大きさのモータ出力を発生させ駆動部を制御することを特徴とする、階段歩行等の電動補助装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、使用者の足に装着して、特に階段の昇り歩行の筋力補助（パワーアシスト）に使用される電動補助装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】 人間が空間を上下方向へ移動する際に用いられる階段設備は、これを昇り歩行するとき、平地を歩行する場合に比べて著しく大きな労力を必要とする。健康者でさえ疲労、苦痛を感じるのが常であるから、とりわけ足の筋肉の弱い人、足に障害等がある人、高齢の人、又は健康者であっても重い物の運搬時等には歩行困難をきたしている。そこで、階段の昇り歩行の疲労、労力、苦痛を軽減する手段として、現在のところ、エレベータ、エスカレータ、リフト等の昇降設備機器の開発及びその普及が広く行なわれているが、設備上、階段しかない場所では、歩行者の前記したような苦痛、疲労を軽減する対策は現在のところ見当たらない。

(2)



特開平7-163607

2

【0003】 今後の高齢化社会をにらむと、人は年齢と共に筋力が衰える一方である。また、通勤距離の増大により、乗換駅での階段の昇降は不可避である。特に階段の昇り歩行は、筋力の弱い人々にとっては、正に苦痛の種になっている。現代は、裕福であればたいの肉体的苦痛を逃れ得る方法を選択できるが、唯一エスカレータが装備されていない駅等の階段は、これを登らない限り希望の列車に乗ることが出来ず、いくら裕福であっても我慢を強いられる。

#### 【0004】

【本発明が解決しようとする課題】 現在、パワーアシストの概念は、自動車のパワーステアリング、ブレーキのマスターバック等が身近な機器として知られている。パワーアシストの原理は、力が働いていることを、例えば機械構造物の場合は捻み、歪み等の物理量をセンサ手段で検知し、その検知量に応じて、前記力を減じる方向に補助動力を作動させ、それをある制御周期で繰り返していくことである。この方法のパワーアシストによれば、力が働かなくなれば、補助動力も作動しない。補助動力は決して単独で作動することではなく、あくまで人の筋力を補助して人間の労働負担を軽減することを特徴としている。ゆえに、動力をコントロールする、あるいは操縦するといった人間の技術に依存する部分がないため、操作の習熟は不要であり、どうしても操作ミスを避けることのできない人間が使用してさえも安全性が確保されるものと考えられる。パワーアシストを用いて疲労を軽減する装置として、最近では電動補助自転車（特開平4-272948号公報など）が知られている。

【0005】 階段の昇り歩行にパワーアシストの採用を検討すると、階段を昇るとき、人は足を一步上段へ踏み出し（図2の実線）、体全体を一つ上へ引き上げる運動の際には、踏み出した足1本（軸足と呼ぶ）で体重を支える形で、一段下段にあった体を一段上の段へ引き上げる（図2の点線）。このため軸足は大きな仕事をし、階段を昇る動作が肉体的に大きな疲労をもたらす。そこで前記の仕事を電気モータの動力で補助すれば、階段を昇る歩行の疲労を軽減できることは明らかである。

【0006】 従って、本発明の目的は、使用者が足に装着することにより、特に階段を昇る歩行のとき、足の筋肉の緊張状態（力を出している状態）、又は体重の移動状態から筋肉に疲労をもたらす階段昇りの歩行状態か否かを検知し、電気モータの動力により足の筋肉の動作を補助し、階段を昇る歩行動作に伴う疲労を軽減する電動補助装置を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するための手段として、この発明に係る階段歩行等の電動補助装置は、使用者の大腿部に装着される大腿用装着部1と、脚部に装着される脚用装着部2と、一端部を前記大腿用装着部1及び脚用装着部2に固定され他端部は膝関

50

節の部位で屈伸動作が可能に連結された動力伝達腕4, 5と、前記動力伝達腕に屈伸動作の動力を付与する電気モータ8による駆動部と、前記電気モータ及び駆動部の電源及び制御部11とから成り、前記電源及び制御部は使用者の身体に装着されることを特徴とする。

【0008】本発明の電動補助装置はまた、動力伝達腕4, 5は、使用者の足の内側面及び外側面に沿う配置とされた一対で構成され、各一対の動力伝達腕の一端部は大腿部又は脛部の横断面外形に倣う湾曲板状のブリッジ部6を介して一体的に結合されていること、及び、電気モータ8による駆動部は、動力伝達腕4, 5を連結した関節軸12が一方の動力伝達腕5と共回りする関係とされ、他方の動力伝達腕4に電気モータ8を設置し、前記電気モータ8の出力軸に取付けた歯車15を前記関節軸12に取付けた歯車7と噛み合わせると共に、前記関節軸12の歯車7はクラッチ14を介して関節軸12との間で動力の伝達又は遮断が行なわれること、並びに、制御部11には、使用者の大腿部前側の筋肉の緊張度を検出する筋電センサ10の検出信号と、動力伝達腕4, 5の屈伸角度を検出する角度センサ9の検出信号、及び使用者の足底に作用する体重等の大きさを検出する圧力センサ13の検出信号とがそれぞれ入力され、前記の各検出信号の総和に基いて階段昇り歩行の可否を判別し、その出力値に応じた大きさのモータ出力を発生させ駆動部を制御することもそれぞれ特徴とする。

【0009】

【作用】電気モータ8による駆動部が、動力伝達腕4, 5の関節部に動力を伝え開閉動作させると、大腿用装着部1と脛用装着部2を通じて使用者の足の膝関節の屈伸動作を助長し、歩行時の筋力補助の作用をする。従って、階段昇り歩行に限らず、足の筋肉の弱い人、足に障害等がある人々の平地歩行の補助にも利用できる。平地歩行の補助の場合は、膝関節部の筋力補助に加えて、足首関節部の筋力補助にも効果的である。

【0010】一対の動力伝達腕4, 4又は5, 5の一端部を結合したブリッジ部6は、使用者の大腿部又は脛部に対する補助動力の伝達を効果的、効率的に行なう。駆動部を構成するクラッチ14が遮断されると、動力の伝達が遮断されるばかりでなく、使用者自身の筋力による通常の歩行動作を妨げない。クラッチ14が使用者の膝関節の伸長動作時にのみ接続され、屈曲動作時に切断されるように制御されると、この電動補助具は、階段の昇り歩行の筋力補助として働く。

【0011】階段の昇り歩行の筋力補助の場合、動力伝達腕4, 5による使用者の膝の屈伸角度の検出は、図3のような平地歩行時の $180^\circ$ に近い比較的大きな角度 $\theta_1$ と、図2のように階段昇り時の $90^\circ$ に近い比較的小きな角度 $\theta_2$ との相違を検出し区別する。筋電センサ10は、階段を昇る動作において主に使用する大腿部の前側の筋肉の緊張度を検出する。即ち、人が階段を昇る

時は、図2のように一方の足を1歩上段へ踏み出し、次には前記踏み出した足を軸足として体全体を一段上へ引き上げる動作のくり返しにより階段の昇り歩行を行なうのであり、前記のように踏み出した軸足の大腿部の前側の筋肉が主に使用される。従って、大腿部の前側の筋肉の緊張度の大小により、平地歩行と階段昇り歩行を区別できる。圧力センサ13は、使用者の片足に全体重、あるいは所持品重量まで負荷されているか否かを検出する。即ち、人が中腰の姿勢をとった時でも、膝関節の角度は比較的小さく、また、大腿部の前側の筋肉を使用する。このため、前記角度センサ10と筋電センサ10の出力は、階段の昇り歩行と同等又は類似な出力を発生し、制御部11が誤判断するおそれがある。しかし、中腰の姿勢では、体重等は両足にほぼ均等に負荷するから、圧力センサ13の検出信号は、階段昇り歩行時の前記軸足に対する体重移動に比べて大差があり、もって両動作を明確に区別できる。

【0012】従って、階段昇り時に、上段へ踏み出した軸足の膝関節角度が $\theta_2$ のように比較的小さいことを角度センサ9が検出し、同軸足の前側の筋肉の緊張度が大きいことを筋電センサ10が検出し、更に軸足にかかる体重等の負荷が格別大きいことを圧力センサ13が検出し、前記三つの検出信号がAND回路で与えられたとき、制御部11においては階段昇り歩行と判別し、電気モータ8を作動させ、駆動部が動力伝達腕4, 5を開く方向に駆動し、使用者の膝の伸長動作（軸足で体重等を支えた形で、一段下段へあった体全体を上段へ引き上げる動作）の筋力を補助する。

【0013】角度センサ9はまた、駆動部が動力伝達腕4, 5を開く方向に駆動した際の角度の許容限度（最大角度、例えば $170^\circ$ ぐらい。）も監視し、前記許容限度の角度を検出すると直ちに制御部11はクラッチ14を遮断し、以後の歩行動作の円滑な遂行を害さない。

【0014】

【実施例】次に、図示した本発明の実施例を説明する。図1に例示した電動補助装置は、使用者の大腿部に装着される大腿用装着部1と、脛部に装着される脛用装着部2と、一端部を前記大腿用装着部1及び脛用装着部2にそれぞれ固定され他端部を膝関節の部位で屈伸動作が可能に連結された動力伝達腕4, 5と、前記動力伝達腕に屈伸動作の動力を付与する電気モータ8による駆動部と、前記電気モータ及び駆動部の電源・電池を含む制御部11とから成り、前記電源及び制御部11は使用者の身体に装着する構成とされている。

【0015】大腿用装着部1及び脛用装着部2は共に、所定サポータの如く伸縮性のある布等、又は皮革、合成樹脂シート等で使用者の足へ巻き付けるようにして簡単にびったり装着できる構成とされ、所定マジックテープ又はベルト等で足に固定される。前記大腿用装着部1及び脛用装着部2には、各々使用者の足の内側面及び外側



5

面に沿う配置で一对をなす内外2本の等長の動力伝達腕4、4及び5、5の一端部が固定され、各一对の動力伝達腕4、5は、使用者の関節の部位で関節軸12により腕の屈伸運動が可能（開閉動作可能）に連結されている。従って、この補助装置は、使用者の腕の屈伸動作に合わせて動く。動力伝達腕4、5は、使用者の負担、疲労をできるだけ軽減するため、軽量のアルミニウム等の金属、あるいはエンジニアリングプラスチック等により強くできるだけ細くスマートに軽量化に製作されている。各一对の動力伝達腕4、4又は5、5の一端部は、大腿部又は脛部の横断面外形に倣う湾曲板状のブリッジ6を介して一体的に結合され、前記ブリッジ6は各装着部と一体化した構成とし、もって腕の屈伸運動以外の動きにも邪魔にならない程度に装着部を強固に固定でき、しかも動力伝達腕に伝えられた補助動力は大腿部又は脛部へ効率良く、柔らかなタッチで伝えられる構成としている。ブリッジ6は、軽量の金属板、プラスチック板などで形成されている。

【0016】電気モータ8による駆動部は、図4にも示しているように、大腿用及び脛用の相対する二つの動力伝達腕4、5を開閉動作（回動）が可能に連結した関節部分を駆動する。そのため関節軸12の一端部は、一方の動力伝達腕5の外表面に共回りする関係に固着され、他方の動力伝達腕4は関節軸12に対して自由に回転する状態とされ、当該動力伝達腕5の外表面に固定された電気モータ8の出力軸に取付けたウォーム15が、前記関節軸12の外端部に自由回転する状態に設置されたウォームホイール7と噛み合わされ減速機が構成されている。前記ウォームホイール7は、クラッチ14を介して関節軸12へ動力を伝達し又は遮断する構成とされている。従って、クラッチ14が遮断されている限り、電気モータ8が回転していても、その動力は関節軸12及び動力伝達腕へは一切伝達されず、モータは空回りの状態であり、使用者の通常の歩行動作には一切支障がない。電気モータ8が正転方向に駆動され、クラッチ14が接合されると、電気モータ8の減速された（従って、反比例的に高トルク化された）回転動力は関節軸12を通じて一方の動力伝達腕5へ伝達され、他方、電気モータ8を設置した側の動力伝達腕4が反力側となって二つの動力伝達腕4と5は関節軸12を中心に相対的に回動して開く動作（角度 $\theta_2$ が大きくなる動作）をし、使用者の腕の伸長動作を補助する。

【0017】従って、電気モータ8としては、瞬時最大出力100wぐらいの小形、軽量のモータが使用される。図1及び図4中の符号16は電気モータ8及び駆動部を収容するカバーである。前記の電気モータ8を駆動する電源としては、複数の小形電池が1～2個使用され、制御部11のケース内に納められている。制御部11は最大で2～3kgぐらいの重量となり、これは使用者が腰バンド17等により身体に装着して携行する。前記の制

(4)



特開平7-163607

6

御部11には、駆動部を設けた2本の動力伝達腕4と5の開閉角度を検出する角度センサ9、使用者の大腿部の前側の筋肉の緊張度を検出する筋電センサ10、及び使用者の足に負荷される体重等の大きさを検出する圧力センサ13の検出信号がそれぞれ入力される。制御部11は、内蔵したマイクロコンピュータ等が前記の各検出信号に基づいて演算処理を行ない、使用者が図3のような平地歩行をしているか、あるいは階段の昇り歩行又は下り歩行をしているか、又はその他の特異な姿勢をとっているか、等々を瞬時に判別し、電気モータ8及びクラッチ14を制御して、特に階段の昇り歩行時に使用者の筋力補助を行なう。

【0018】前記角度センサ9には公知のロータリエンコーダ、あるいは光電変換方式で回転角を検出するセンサ手段が好適に使用され、平地歩行時の腕の屈曲角度 $\theta_1$ （図3）、又は階段昇り歩行時の腕の屈曲角度 $\theta_2$ などを検出し、両者を区別する角度情報を与える。更には人が階段を昇り歩行する際に、軸足を中心として体全体が上段へ完全に移り腕関節が伸びきる直前の角度（約170°ぐらい）を検出し、クラッチ14を遮断する角度情報も与える。

【0019】前記筋電センサ10としては、歯科治療において、咬合調整等に使用されて公知のシート状センサが好適に使用される。この筋電センサ10は大腿用装着部1の適正位置に付着される。前記圧力センサ13としては、周知の歪ゲージなどを好適に使用できる。圧力センサ13は、使用者の足の底部（かかと部又は足裏部）に例えば靴底シートの形で装着して使用される。

【0020】次に、制御部11の制御動作フローチャートを図5に示した。図示を省略した電源スイッチをオンしてシステムがスタートすると、まず角度センサ9の検出信号について、腕の屈曲角が階段昇り歩行時の角度 $\theta_2$ よりも大きいのか小さいかを比較検討し、大きい場合（YES）は平地歩行（図3）と判断してシステムは発動しない。図2の角度 $\theta_2$ よりも小さい場合（NO）は、次に圧力センサ13の検出信号に基づいて、体重配分の比較検討が行なわれる。

【0021】ちなみに、制御部11は、この電動補助装置を装着した使用者が立ち、あるいは荷物等をもって歩行動作をすると、直ちにその体重や荷物重量の総和と左右の足にかかる固有の体重配分を演算し設定する回路が組込まれている。そこで、図5では体重配分の検出をとりあえず右足から始める。右足に前記設定値以上の負荷が作用しているか否かが比較検討される。設定値以上（YES）の場合には、次の筋電センサ10の検出信号の比較検討に移る。しかし、右足の筋電センサ10の検出値が設定値より小さい場合（NO）は、平地歩行と判断してシステムは発動しない。前記のように設定値より大きい場合は、階段の昇り歩行と判定を下して右足のクラッチ14を接合し、前記の各センサ検出値に応じた大

きさの動力で電気モータ 8 が駆動され、使用者が右足の膝を伸長しつつ右足を軸足として体全体を一段上へ引き上げる昇り歩行の動作の筋力を補助する。全く同様の処理が左足の動作についても行なわれる。そしてまた、角度センサ 9 の検出値が、図 3 の平地歩行時の膝関節角度  $\theta_1$  よりも大きくなって、膝が伸びきる約  $170^\circ$  ぐらいの大きさになると、クラッチ 14 を遮断してその後の通常の歩行動作を円滑に行なわしめる。

【0022】

【その他の実施例】

(1) 筋電センサを用いなくて、両足底の圧力センサ 13 と角度センサ 9 からの検出信号のみ、つまり上記の一連の動作の中で膝の屈伸角度が図 2 の角度  $\theta_2$  以下で、軸足（片足）に体重の大部分がかかっているときには、それだけで軸足の筋肉を使用している階段昇り歩行時とみなし、この 2 つの条件をトリガとして電気モータ 8 を駆動させ、どちらかでも成立しなくなった時点で、電気モータ 8 を停止させ、クラッチ 14 を遮断する方式で実施することもできる。

(2) 電気モータは両足用に 1 個とし、同モータは使用者の腰ベルト等に取付け、フレキシブルチューブ等により左右の足の動力伝達腕の関節部へ動力を伝え、膝部のクラッチを制御して左右交互に補助動力を伝達する方式を実施することもできる。

(3) 動力源としては、空気圧シリンダの利用も実施可能である。使用者はベルト等に小型の空気圧ポンペを装着し、空気圧制御回路により空気圧シリンダを駆動して動力伝達腕の開動作を行なわしめる。空気圧を利用する場合、アクチュエータとしては空気圧シリンダ以外に、空気圧により伸縮する袋状のアクチュエータを利用することもできる。

(4) カバー 16 等の意匠を工夫し、従来の義足、装具等がもたらす、どちらかと言えば暗いイメージを払拭し、ファッション性が高く、軽量で装着感が薄く、取り外した時点で折り畳み、コンパクトに鞆等に収納できる\*

\* 構造とすることが望ましい。

(5) 脚に障害のある人、若しくは病氣等により階段を昇ることが困難になった人の補助具、又はリハビリテーション用、あるいは健康者が重量物を持って階段を昇る用途、名所旧跡での石段昇り、山登りの筋力補助にも好適である。場合によっては平地歩行の補助具として使用することが可能である。

【0023】

【本発明が奏する効果】本発明に係る階段歩行の電動補助装置は、足の筋肉の弱い人、足に障害等がある人、高齢の人の階段昇り歩行を補助して、介添え人を無用にしたり、これらの人々の行動範囲を広げ、生活を楽しむことに寄与する。のみならず、健康者であっても、名所旧跡の見学、あるいは仕事のため長い階段や山道を荷物等を持って昇らざるを得ない人々の労力、疲労を大きく軽減して、目的の遂行に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】電動補助装置の実施例を示した斜視図である。

【図 2】人の階段昇り歩行の模写図である。

【図 3】人の平地歩行の模写図である。

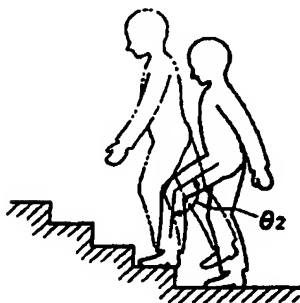
【図 4】図 1 の A-A 矢視断面図である。

【図 5】制御部の動作フローチャートである。

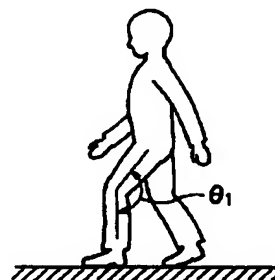
【符号の説明】

1	大腿用装着部
2	腓用装着部
4, 5	動力伝達腕
8	電気モータ
11	制御部
6	ブリッジ部
12	関節軸
15, 7	歯車
14	クラッチ
10	筋電センサ
9	角度センサ
13	圧力センサ

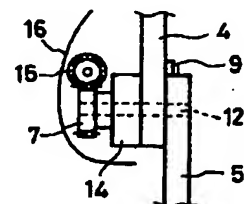
【図 2】



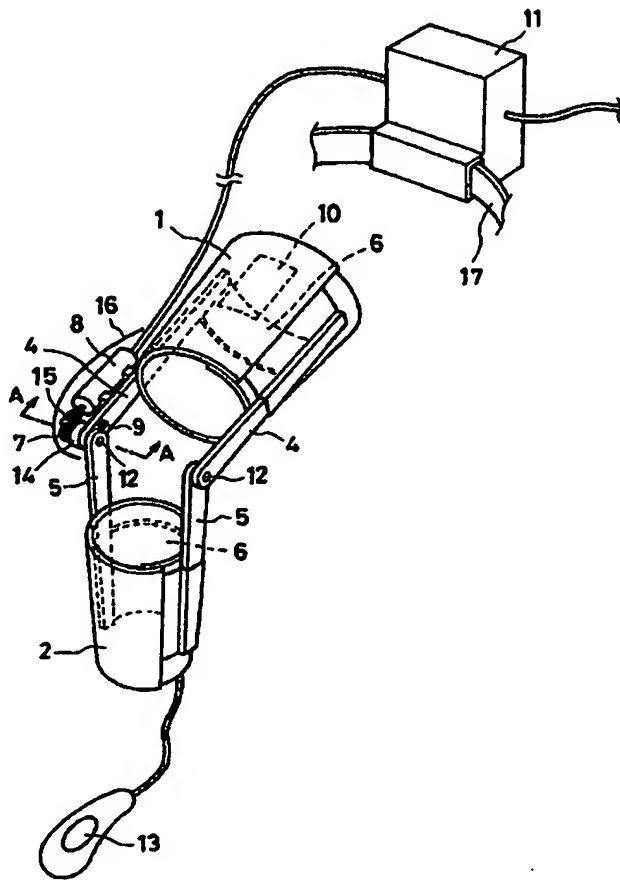
【図 3】



【図 4】



【図1】



【図5】

